



← Рис. 1. Вакуумная камерная электропечь сопротивления модели SNB3-6.6.4/14-ИБ-НИТТИН

ВАКУУМНЫЕ ЭЛЕКТРОПЕЧИ ТОРГОВОЙ МАРКИ «НИТТИН» ДЛЯ ТЕРМООБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ИЗ СПЛАВОВ ТИТАНА

Основными потребителями титановых сплавов являются: авиационная и ракетно-космическая техника, машиностроение (военное, гражданское, морское, химическое и др.). Сплавы титана применяются для изготовления различных типов баллонов, емкостей, оболочек, обшивок, шпангоутов, лонжеронов, балок и других деталей и узлов. Применение титановых сплавов дает возможность значительно снизить вес конструкций и повысить надежность их работы

Это объясняется сочетанием таких ценных свойств сплавов титана как малая плотность, высокая удельная прочность, коррозионная стойкость, технологичность при обработке давлением и свариваемость, хладостойкость, немагнитность и ряд других ценных физико-механических характеристик. По удельной прочности ($\alpha+\beta$)-сплавы титана не имеют конкурентов среди промышленных металлов.

Это преимущество увеличивается с ростом температуры. Сплавы титана обладают высокой коррозионной стойкостью в ряде агрессивных сред, особенно в окислительных и хлорсодержащих. Природа высокой коррозионной стойкости при температурах ниже 650 °С наилучших жаропрочных титановых сплавов обусловлена образованием тонкой пленкой диоксида титана прочно удерживаемой поверхностью титана. Такая пленка образуется на свежей поверхности сплавов титана при контакте с любой средой, содержащей кислород. При обычных температурах из-за наличия тонкой пассивирующей пленки химическая активность титана становится чрезвычайно малой.

Сплавы титана обладают хорошей свариваемостью всеми видами сварки.

Одной из важнейших проблем современного металловедения является повышение уровня стабильности механических свойств титановых сплавов. Эта проблема решается несколькими путями (комплексное легирование, разработка прогрессивных технологических процессов производства полуфабрикатов на основе концепции многостадийной термомеханической обработки, отработка оптимальных режимов термической обработки обеспечивающих совершенствование макроструктуры, микроструктуры и субструктуры, формирование при обработке сплавов давлением заданной кристаллографической текстуры и др.)

Повышение надежности и долговечности конструкций из сплавов титана невозможно без учета их склонности к водородной хрупкости. Несмотря на то, что промышленность поставляет сплавы титана с минимальным содержанием водорода, в процессе различных технологических операций его содержание повышается. Следо-

вательно, термическая обработка, приобретает особую важность как заключительная технологическая операция при изготовлении изделий из сплавов титана. Она должна быть безокислительной, и обеспечивать при этом снижение концентрации водорода в объеме до допустимой. При этом одновременно должно формироваться необходимое структурно-фазовое состояние. Для решения этих задач требуется соответствующее технологическое оборудование для термовакuumной обработки изделий из титановых сплавов. Для обеспечения необходимого качества полуфабрикатов, изделий и конструкций из сплавов титана применяются разнообразные процессы термической обработки в вакууме (Табл.).

Основные критерии, отличающие инновационные вакуумные электропечи периодического действия для термообработки титановых сплавов от вакуумных электропечей предыдущего поколения. Первое отличие состоит в том, что вакуумный отжиг в электропечах предыдущего поколения являлся длительной технологической операцией из-за низких скоростей

нагрева и охлаждения. Это обстоятельство всегда являлось раздражающим фактором для потребителей вакуумных электропечей сопротивления. В обоих случаях (при нагреве и охлаждении) использовался только теплообмен излучением. В электропечах нового поколения применяют системы конвективного нагрева и охлаждения, в диапазоне температур от 20 до 700 °С. В качестве теплоносителя может применяться любой инертный газ (аргон, гелий и др.). Теперь теплообмен излучением используется при более высоких температурах (более 700 °С). В этой схеме скорость нагрева и охлаждения садки лимитируется только теплопроводностью титана и его сплавов. Титан имеет низкую теплопроводность, в 4 раза меньшую, чем у железа и почти в 15 раз меньшую, чем у алюминия. Это затрудняет равномерный прогрев и охлаждение при термообработке изделий из титановых сплавов. Однако, несмотря на это, длительность цикла вакуумной термообработки в электропечах нового поколения заметно сокращена, и как следствие, увеличивается их суточная производительность. Второе отличие состоит в полной автоматизации технологического процесса вакуумного отжига с пульта дистанционного управления.

Возможно использование других систем, например, в электропечах с выдвижным подом, применяется система транспортировки и загрузки/выгрузки садки. Для проведения наладочных, тестовых, послеремонтных опробований (не основной режим работы) предусмотрено местное управление с локальных пультов, расположенных вблизи исполнительных механизмов. Таким образом, современная вакуумная электропечь для термообработки титана и его сплавов в виде полуфабрикатов, изделий и конструкций представляет собой очень сложный технологический комплекс, обеспечивающий высокое качество термообработки и максимально достижимую производительность.

На территории России производство новейших вакуумных электропечей для термической обработки деталей из титановых сплавов освоило ООО «НПП «НИТТИН». В Специальном конструкторском бюро непрерывно разрабатываются новые типоразмеры вакуумных электропечей, которые обеспечивают проведение самых разнообразных технологических процессов термической обработки деталей и изделий из титана и его сплавов, некоторые примеры которых приведены ниже.

Электропечь сопротивления камерная вакуумная СНВЭ-6.6.4/14-ИВ-НИТТИН (рис. 1) нового поколения предназначена для проведения процессов термообработки титановых сплавов и порошковых изделий

Инновационные электропечи

НИТТИН

nittin.ru@gmail.com

Россия, 308013, г. Белгород, ул. Макаренко, д.27
www.nittin.ru Тел.: +7 4722 777-8-44

Основные режимы нагрева сплавов титана

Температура нагрева, °С	Давление остаточных газов, Па	Назначение нагрева
400–700	$1 \cdot 10^{-3}$	Старение, вакуумное обезжиривание
700–900	$1 \cdot 10^{-3}$	Отжиг для удаления водорода; снятие термических напряжений, отжиг после сварки
600–1100	$1 \cdot 10^{-3}$	Отжиг проката, поковок, литья; отжиг после закалки, азотирования; дегидрирующий отжиг порошков; нагрев под прокатку и ковку
950–1150	$1 \cdot 10^{-1}$	Насыщение алюминием, хромом, никелем, бериллием, азотом
1000–1100	$1 \cdot 10^{-1} - 1 \cdot 10^{-3}$	Нагрев под обработку давлением (ковку, прокатку, прессование)
1100–1450	$1 \cdot 10^{-4}$	Спекание порошков, насыщение бором и углеродом, дегидрирующий отжиг



Рис. 2. Вакуумная элеваторная электропечь модели СВЭ-5.5/13-ИЗГ-НИТТИН

из них при температурах до 1400 °С. Нагреватели — молибденовые прутки. Экранно-вакуумная изоляция состоит из слоев молибденового листа и нержавеющей листовой стали. Ложемент под установку садки выполнен из молибдена. Вилочный погрузчик предназначен для загрузки (выгрузки) изделий из сплавов титана в электропечь.

Электропечь мод. СЭВЭ-5.5/13-ИВ-НИТТИН (Рис. 2) по своим функциональным возможностям может применяться как общепромышленная в авиационной, судостроительной, машиностроительной и других отраслях промышленности. Работа электропечи, включая проведение термических процессов и управление вакуумной системой, осуществляется по программе с помощью системы автоматического управления.

Телескопический элеваторный механизм предназначен для перемещения садки из нагревательного модуля в зону ускоренного охлаждения/закалки, а также для загрузки и выгрузки садки. Система газового охлаждения предназначена для ускоренного охлаждения садки аргоном. Она содержит газодувку, теплообменник, затворы, датчики давления и температуры, трубопроводы.

Высоковакуумная камерная электропечь модели СНВЭ-2.4.2/13-ИВ-НИТТИН. Электропечь (рис. 3) предназначена для ва-



↑ Рис. 3 Камерная вакуумная электропечь модели СНВЭ-2.4.2/13-ИВ-НИТТИН

куумного и обезводороживающего отжига деталей и узлов из титановых сплавов ВТ20, ВТ23, ВТС, ВТ14, ОТ4, ОТ4-1.

В данной Электропечи инновационными решениями являются: минимальные габариты для такого класса печи, не превышающие 1700 мм (ширина), 1700 мм (длина), 2400 мм (высота). Электропечь поставляется

на несущей монтажной раме, которая устанавливается на пол цеха (безфундаментное исполнение). Отсутствует необходимость в специальном фундаменте. Монтаж Электропечи осуществляется в течении одного дня. Подключается только внешнее сетевое напряжение, так как Электропечь полностью автономная по всем функциональным характеристикам. Вакуумная откачка полностью безмаслянная на основе турбомолекулярного насоса высокой производительности, обеспечивает в рабочем пространстве Электропечи максимальный вакуум $1 \cdot 10^{-8}$ мм рт. ст. Все привода и зажимы загрузочной дверцы — пневматические. Электропечь комплектуется автономным компрессором и ресивером. Замкнутая система водяного охлаждения с чиллером. Трубопроводы охлаждающей воды — пластиковые. Система управления полностью автоматическая, включающая наладочный (ручной) режим работы. Также ведется непрерывный контроль параметров внешнего сетевого электропитания. Ведется непрерывная архивация процесса во время работы печи, который можно наблюдать в непрерывном режиме на сенсорной панели оператора. Съем информации может идти на съемную flash-память или распечатываться в виде графиков и таблиц на цветном лазерном принтере.